



Europäisches  
Patentamt

European  
Patent Office

Office européen  
des brevets

09/268723

REC'D	11 NOV 1997
WIPO	PCT

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingereichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

97870099.5

Der Präsident des Europäischen Patentamts:  
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets  
p.o.

CH. DUFRASNE

DEN HAAG, DEN  
THE HAGUE,  
LA HAYE, LE

28/10/97



Europäisches  
Patentamt

European  
Patent Office

Office européen  
des brevets

**Blatt 2 der Bescheinigung**  
**Sheet 2 of the certificate**  
**Page 2 de l'attestation**

Anmeldung Nr.:  
Application no.: 97870099.5  
Demande n°:

Anmeldetag:  
Date of filing: 04/07/97  
Date de dépôt:

Anmelder:  
Applicant(s):  
Demandeur(s):  
Francois, Hubert  
4430 Ans  
BELGIUM

Bezeichnung der Erfindung:  
Title of the invention:  
Titre de l'invention:  
Pièce d'usure composite

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s) revendiquée(s)

Staat: EP  
State:  
Pays:

Tag: 04/10/96  
Date:  
Date

Aktenzeichen:  
File no.  
Numéro de dépôt:

EPA96202741

Internationale Patentklassifikation:  
International Patent classification:  
Classification internationale des brevets:

/

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten:  
Contracting states designated at date of filing: AT/BE/CH/DE/DK/ES/FI/FR/GB/GR/IE/IT/LI/LU/MC/NL/PT/SE  
Etats contractants désignés lors du dépôt:

Bemerkungen:  
Remarks:  
Remarques:

5

## PIECE D'USURE COMPOSITE

### 10 Objet de l'invention

La présente invention concerne une pièce d'usure composite réalisée par coulée et constituée d'une matrice métallique dont la face d'usure comporte des inserts ayant de bonnes propriétés de résistance à l'usure.

15

### Arrière-plan technologique à la base de l'invention

L'invention concerne notamment des pièces d'usure utilisées dans des installations de broyage, de concassage et de transport de matières abrasives diverses que l'on rencontre dans les industries telles que cimenteries, mines, métallurgie, centrales électriques ou carrières diverses. Ces pièces sont souvent soumises à des sollicitations mécaniques élevées dans la masse et à une forte usure par abrasion à la face travaillante. Il est dès  
20 lors souhaitable que ces pièces présentent une forte résistance à l'abrasion et une certaine ductilité pour pouvoir résister aux sollicitations mécaniques telles que  
25 des chocs et pour pouvoir éventuellement être usinées.

Etant donné que ces deux propriétés sont  
30 difficilement conciliables entre elles dans la même matière, on a déjà proposé des pièces composites ayant un noyau en alliage relativement ductile dans lequel sont

noyés des inserts isolés ayant une bonne résistance à l'usure.

Le document EP-A-0476496 propose cette technique pour la réalisation de galets de broyage dont la face travaillante est garnie d'inserts en fonte au chrome.

Sachant que les matières céramiques ont des bonnes propriétés de résistance à l'abrasion, il est également connu d'utiliser ces matériaux pour améliorer la résistance à l'abrasion de pièces d'usure.

10 Le document EP-A-0575685 propose l'utilisation de matières céramiques dans un moulage par coulée de précision en cire perdue de petites pièces d'usure.

Ce procédé bien connu utilise des modèles en 15 cire qui doivent être fondus pour l'obtention de la cavité du moule qui doit être remplie de métal; ce moule est constitué lui-même de céramique et non d'un sable classique.

Selon ce document, on forme d'abord une galette céramique de structure spongieuse présentant un 20 réseau tridimensionnel de pores ouverts communiquant tous entre eux. Cette galette céramique est formée en versant dans un moule approprié des grains de matières céramiques et ensuite, une colle liquide d'une bonne fluidité, par exemple une résine liquide qui, après durcissement, retient 25 les grains pour former la structure céramique. La matière céramique peut être constituée d'oxyde d'aluminium ou d'oxyde de zirconium. Après avoir été préalablement imprégnée de cire, cette galette est placée dans un moule destiné à créer le modèle en cire de la pièce. Le modèle en 30 cire est alors coulé et on réalise enfin le moule céramique par trempage du modèle en cire dans une barbotine de

contenant le modèle en cire

est alors chauffé de façon à faire fondre le modèle en cire. La cire s'écoule ainsi du moule en céramique mais les galettes insérées au préalable dans le modèle de cire restent collées aux parois du moule céramique.

5 Pour la coulée du métal dans le moule céramique, celui-ci est préchauffé à une température de l'ordre de 1150°C, généralement sous vide.

Cette technique connue se limite toutefois au moulage de précision en cire perdue. De plus, la  
10 compatibilité entre la matrice métallique et la structure céramique, notamment en terme de comportement thermique, ne pose guère de problèmes pour les applications mentionnées dans ce document, étant donné que, lors de la coulée du métal, le moule et la structure céramique sont préchauffés  
15 à une température élevée. La technique est, en outre, limitée à la réalisation de pièces particulières très précises, qui sont vendues à un prix très élevé car le procédé de moulage en cire perdue est lui-même très coûteux.

20

#### Problèmes à la base de l'invention

La technique décrite ci-dessus n'est pas transposable telle quelle à la fabrication de pièces d'usure de dimensions plus élevées pour des applications  
25 telles que rencontrées dans les installations de broyage, de concassage ou de transport de matières abrasives où les pièces présentent en général des sections d'au moins 25 mm, et souvent supérieure à 40 mm.

En outre, suivant la technique de la présente  
30 invention il n'est pas possible, ou tout au moins il est difficilement envisageable, de couler des pièces de fines sections, par exemple inférieures à 25 mm, car ni le moule

5

15

20

25

### Principaux éléments caractéristiques de l'invention

30

2. La surface d'usure comporte

des inserts ayant de bonnes propriétés de résistance à l'abrasion, ces inserts étant réalisés en un matériau céramique, lui-même composite, constitué d'une solution solide ou phase homogène de 20 à 80% de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  et 80 à 20% de  $\text{ZrO}_2$ , les pourcentages étant exprimés en poids de constituants.

Le matériau céramique peut en outre contenir d'autres oxydes dont la proportion en poids n'excède pas 3 à 4%.

10 Selon une première forme d'exécution préférée de la présente invention, la composition de la matière céramique est la suivante :

55-60% en poids d' $\text{Al}_2\text{O}_3$ , et

38-42% en poids de  $\text{ZrO}_2$

15 Selon une autre forme d'exécution préférée, la composition de la matière céramique est la suivante :

70-77% en poids d' $\text{Al}_2\text{O}_3$ , et

23-27% en poids de  $\text{ZrO}_2$ .

La teneur en matières céramiques dans l'insert est comprise entre 35 et 80% en poids, de préférence entre 40 et 60% et avantageusement de l'ordre de 50%.

Cette matière céramique composite est réalisée à partir d'un agglomérat de grains céramiques présentant une granulométrie comprise dans la gamme F6 à F22 selon la norme FEPA, c'est-à-dire un diamètre compris entre environ 0,7 mm et 5,5 mm. Ces grains céramiques sont fabriqués de manière classique, par électrefusion, par frittage, par projection thermique ou par tout autre procédé permettant de fusionner les deux constituants.

Les grains céramiques sont agglomérés à

l'aide d'une colle, dont la proportion n'excède pas 4% en poids par rapport au poids total de la galette, et est de préférence comprise entre 2 et 3% en poids. Cette colle peut être minérale ou organique. A titre d'exemple, on peut  
5 citer une colle à base d'un silicate ou une colle se présentant sous forme de résine époxy.

L'invention repose sur la constatation que l'oxyde d'aluminium (corindon) et l'oxyde de zirconium ont des propriétés relativement différentes, ce qui permet, par  
10 un choix judicieux dans les fourchettes précitées, d'ajuster la dureté, la ténacité et le coefficient de dilatation thermique du composite céramique de façon à allier une bonne dureté et une bonne ténacité et le rendre compatible avec l'application précise à laquelle la pièce  
15 est destinée, d'une part, et pour obtenir, d'autre part, un coefficient de dilatation du composite céramique qui est proche de celui du métal de coulée choisi, c'est-à-dire de la fonte ou de l'acier ayant un coefficient de dilatation compris entre  $10.10^{-6}$  et  $11.10^{-6}$ .

20 L'oxyde de zirconium a l'avantage d'avoir un coefficient de dilatation qui est proche de celui du métal. En outre, il contribue à une bonne ténacité, c'est-à-dire qu'il réduit les risques de casse.

L'oxyde d'aluminium, de son côté, contribue à  
25 une bonne dureté. Au sein des galettes, les particules de zircone présentes dans l'alumine permettent d'augmenter la résistance à la fissuration de cette dernière et d'obtenir ainsi une ténacité supérieure à celle de chacun des composants considéré isolément, à savoir  $ZrO_2$  ou  $Al_2O_3$ .

30 Autrement dit, dans les pièces d'usure qui sont soumises à une forte abrasion, il y a intérêt à



augmenter la proportion d'oxyde d'aluminium en ne dépassant pas, toutefois, une certaine limite au-delà de laquelle la résistance à l'abrasion et la ténacité commencent à diminuer. Dans ce cas, on choisit plutôt la seconde gamme  
5 pour la composition céramique.

En revanche, pour les pièces qui sont soumises à des chocs importants ou à des pressions élevées, il y a intérêt à privilégier le coefficient de dilatation au détriment de la dureté et à augmenter la proportion  
10 d'oxyde de zirconium afin de diminuer les contraintes dans la pièce et, de ce fait, les risques de casse.

Pour les pièces où il y a risque de fissuration lors de la coulée ou lors du traitement thermique ultérieur, il est également avantageux  
15 d'augmenter la proportion d'oxyde de zirconium pour approcher le coefficient de dilatation de l'insert de celui de la matrice métallique.

Le choix des proportions des constituants de l'insert céramique composite peut, bien entendu, également  
20 tenir compte de la composition du métal de coulée en vue des propriétés qu'exige l'application à laquelle la pièce est destinée. De même, le choix de la composition du métal de coulée peut être adapté à la nature de l'insert composite.

25 Afin de résoudre le problème de la mauvaise infiltration du métal liquide au sein de la phase céramique, diverses géométries sont proposées dans le cadre de la présente invention.

Dans le cas particulier où l'épaisseur de la  
30 galette réalisée en matériau céramique devient importante, on proposera, selon une première forme d'exécution, deux ou plusieurs galettes en matériau céramique superposées tout

en maintenant celles-ci séparées par un espace minimal de l'ordre de 10 mm afin de permettre l'arrivée du métal liquide. Ceci permet d'obtenir ainsi une infiltration correcte des diverses galettes. De cette manière, on obtient une augmentation appréciable de la proportion de la phase céramique au sein de l'insert sans être confronté au problème de la mauvaise infiltration par le métal.

Selon une autre forme d'exécution, on proposera plutôt de réaliser la galette sous la forme d'une structure en "nids d'abeilles" qui comprend diverses cellules élémentaires se présentant sous forme polygonale ou circulaire au sein de la phase céramique. De préférence, l'épaisseur des parois des différentes cellules constituant la phase céramique varie entre 5 et 25 mm.

A nouveau, cette forme d'exécution permet d'augmenter la quantité de la phase céramique sans risquer toutefois le problème d'une mauvaise infiltration du métal liquide dans le cas d'une pièce dont l'usure s'effectue plus particulièrement en profondeur.

A nouveau, l'avantage réside dans le fait que les parois n'excèdent pas l'épaisseur limite d'infiltration du métal liquide, qui est d'environ 25 mm, avec toutefois une hauteur qui est pratiquement égale à la hauteur de la pièce composite. En outre, en proposant cette seconde forme d'exécution de réalisation de la galette sous forme de "nids d'abeilles", on observe l'amélioration du processus de broyage. En effet, il se crée, après un certain temps de service, des alvéoles creusées dans la partie cellulaire métallique, qui se remplissent ensuite de matière à broyer et assurent ainsi un rôle d'auto-protection contre l'usure. Ce profil permet avantageusement d'éviter à la matière

traduisant par une chute de débit pour les broyeurs. On observe en outre que cette structure sous forme de "nids d'abeilles" selon la seconde forme d'exécution préférée permet de diminuer le risque de la propagation des fissures

5 qui pourraient se développer dans la galette infiltrée lors de la réalisation de la pièce. En effet, les criques qui se formeraient se ferment alors sur elles-mêmes et ne se propagent pas dans la pièce entière.

#### 10 Brève description des figures

La figure 1 décrit une pièce d'usure composite selon une première forme d'exécution préférée de la présente invention.

15 La figure 2 décrit une pièce d'usure composite selon une seconde forme d'exécution de la présente invention.

La figure 3 décrit une application particulière pour une pièce d'usure composite selon la présente invention.

20

#### Exemples

##### Exemple 1 : fabrication d'un éjecteur de concasseur à axe vertical

On forme un mélange de 75% de  $Al_2O_3$  et 23% de

25  $ZrO_2$  dont on fusionne par électrofusion les deux constituants pour former des grains composites d'une granulométrie comprise dans les catégories F6 à F20 de la norme FEPA. On verse ensuite ces grains dans un moule de forme appropriée avec une colle liquide qui, après

30 durcissement, retient les grains ensemble pour former une galette céramique.

Dans cet exemple particulier, il est recommandé d'utiliser la configuration représentée à la figure 1, qui prend deux galettes céramiques superposées et laissant entre elles un espace de 10 mm. Ces galettes sont  
5 disposées dans un moule approprié, de préférence en sable, dans lequel on coule ensuite une fonte liquide comprenant 3% de carbone, 26% de chrome et d'autres éléments traditionnels en faible proportion que l'on rencontre toujours dans les alliages de ce type. On réalise ainsi une  
10 pièce d'usure avec des inserts céramiques d'une dureté de l'ordre de 1 600 Hv avec un coefficient de dilatation voisin de  $8.10^{-6}$ , maintenu dans une matrice de fonte d'une dureté voisine de 750 Hv.

15 Exemple 2 : fabrication d'un rotor de concasseur.

On prépare la matière céramique comme dans l'exemple 1 mais en choisissant, cette fois-ci, une composition qui privilégie le coefficient de dilatation au détriment de la dureté, c'est-à-dire en prenant 40% de  $ZrO_2$   
20 et 60% de  $Al_2O_3$ .

Etant donné que l'épaisseur est particulièrement importante pour ce genre de pièce, on utilise une configuration sous forme de "nids d'abeilles" telle que représentée à la figure 2. Dans ce cas, la  
25 structure est en forme de "nids d'abeilles" dont les cellules ont des parois dont l'épaisseur est d'environ 20 mm et dont la hauteur est pratiquement égale à la hauteur de la pièce composite. Cette structure est réalisée à l'aide d'un acier au manganèse avec une composition de 1%  
30 de carbone, 14% de manganèse et 1,5% de molybdène.

On réalise ainsi une pièce composite d'une

durété d'environ 1350 Hv avec un coefficient de dilatation voisin de  $9.10^{-6}$ . Le but est ici de diminuer le risque de criques dans la pièce à cause du niveau d'impact élevé auquel est soumis ce type de pièce.

5

Exemple 3 : battoir

La figure 3 représente un exemple d'une galette céramique utilisée pour une application dans les battoirs, qui permet de renforcer les trois phases d'usure  
10 du battoir. La galette céramique est une pièce unique, située au sein de la phase métallique.

REVENDEICATIONS

1. Pièce d'usure composite réalisée par coulée et constituée d'une matrice métallique dont la ou les faces travaillantes comprennent des inserts ayant une  
5 résistance à l'usure très élevée, caractérisée en ce que les inserts sont constitués à partir d'une galette céramique, cette galette céramique étant constituée d'une solution solide homogène de 20 à 80% de  $Al_2O_3$  et 80 à 20% de  $ZrO_2$ , les pourcentages étant exprimés en poids des  
10 constituants, et ensuite imprégnée d'un métal liquide lors de la coulée.

2. Pièce d'usure composite selon la revendication 1, caractérisée en ce que la matière céramique comprend de 55 à 60% en poids de  $Al_2O_3$  et de 38 à  
15 42% en poids de  $ZrO_2$ .

3. Pièce d'usure composite selon la revendication 1, caractérisée en ce que la matière céramique comprend de 70 à 77% en poids de  $Al_2O_3$  et de 23 à 27% en poids de  $ZrO_2$ .

20 4. Pièce d'usure composite selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que la teneur en matières céramiques dans l'insert est comprise entre 35 et 80% en poids, de préférence entre 40 et 60% et avantageusement de l'ordre de 50%.

25 5. Pièce d'usure composite selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que les inserts sont constitués d'un agglomérat de grains céramiques composites ayant une granulométrie comprise dans la gamme F6 à F22 selon la norme FEPA.

30 6. Pièce d'usure composite selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en

ce que les grains céramiques sont fabriqués par électrofusion, par frittage, par projection thermique ou tout autre procédé.

7. Pièce d'usure composite selon l'une  
5 quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que les grains céramiques sont solidarisés à l'aide d'une colle liquide minérale ou organique en vue de la réalisation de la galette céramique.

8. Pièce d'usure composite selon la  
10 revendication 7, caractérisée en ce que la galette ne contient pas plus de 4% de colle.

9. Pièce d'usure composite réalisée par  
coulée et composée d'une matrice métallique comprenant au moins une galette céramique, caractérisée en ce que au  
15 moins deux galettes céramiques sont juxtaposées, laissant entre elles un espace minimal.

10. Pièce d'usure composite selon la  
revendication 9, caractérisée en ce que cet espace minimal est de l'ordre de 10 mm afin de permettre l'arrivée du  
20 métal liquide.

11. Pièce d'usure composite réalisée par  
coulée et constituée d'une matrice métallique comprenant une galette céramique résistante à l'usure, caractérisée en ce que la galette céramique se présente sous le forme d'une  
25 structure en nids d'abeilles dont les diverses cellules sont de forme polygonale ou circulaire au sein de la phase céramique.

12. Pièce d'usure composite selon la  
revendication 11, caractérisée en ce que l'épaisseur des  
30 parois des différentes cellules constituant la phase céramique varie de 5 à 25 mm.

ABREGEPIECE D'USURE COMPOSITE

5                    La présente invention concerne une pièce  
d'usure composite réalisée par coulée et constituée d'une  
matrice métallique dont la ou les faces travaillantes  
comprennent des inserts ayant une bonne résistance à  
l'usure, caractérisée en ce que les inserts sont constitués  
10 à partir d'une galette céramique imprégnée d'un métal  
liquide lors de la coulée, cette galette céramique étant  
constituée d'une solution solide homogène de 20 à 80% de  
 $\text{Al}_2\text{O}_3$  et 80 à 20% de  $\text{ZrO}_2$ , les pourcentages étant exprimés  
en poids des constituants.

15

(Figure 1)



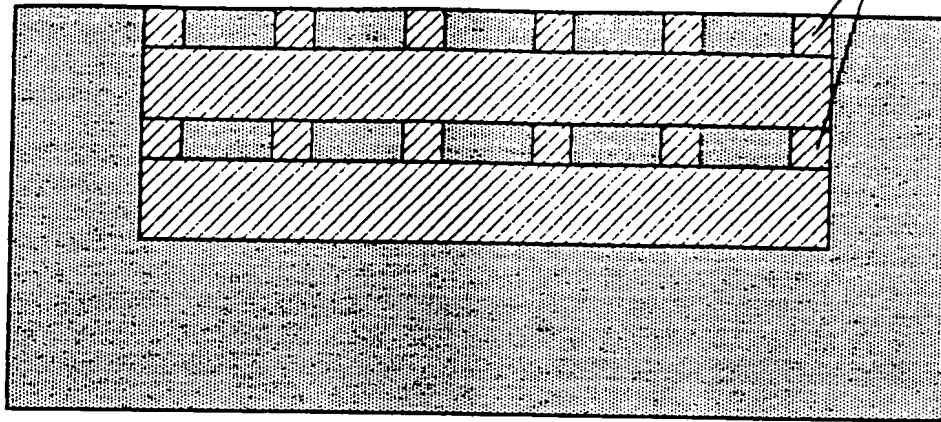


Fig 1.

Coupe A-A'

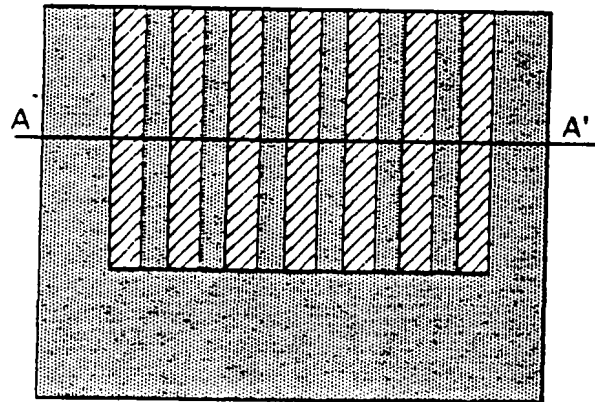
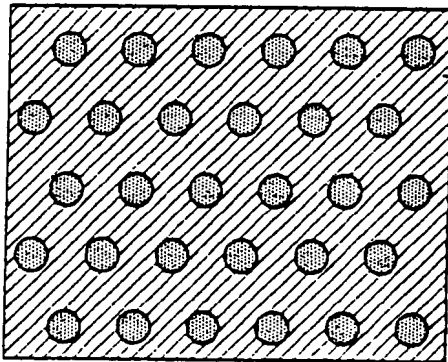


Fig 2.

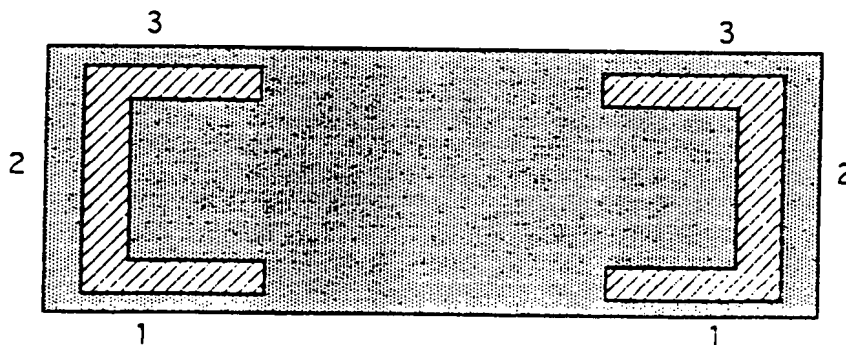


Fig. 3



Métal



Galette céramique infiltrée



# Antrag auf Erteilung eines europäischen Patents / Request for grant of a European patent / Requête en délivrance d'un brevet européen

Bestätigung einer bereits durch Telekopie (Telefax) eingereichten Anmeldung / Confirmation of an application already filed by facsimile / Confirmation d'une demande déjà déposée par télécopie  
Wenn ja, Datum der Übermittlung der Telekopie und Name der Einreichungsbehörde / If yes, facsimile date and name of the authority with which the documents were filed / Si oui, date d'envoi de la télécopie et nom de l'autorité de dépôt

Reçu:

13.10.1996

Ja / Yes / Oui

Date / Day

Behörde / Authority / Autorité

10

ZEICHN.

Nur für amtlichen Gebrauch / For official use only / Cadre réservé à l'administration			
Anmeldenummer / Application No. / N° de la demande	MKEY	1	96202741.3
Tag des Eingangs (Regel 24(2)) / Date of receipt (Rule 24(2)) / Date de réception (règle 24(2))	DREC	2	01.10.96 = PRIORITY DATE
Tag des Eingangs beim EPA (Regel 24(4)) / Date of receipt at EPO (Rule 24(4)) / Date de réception à l'OEB (règle 24(4))	RENA	3	
Anmeldetag / Date of filing / Date de dépôt		4	
Tabulator-Positionen / Tabulation marks / Arrêts de tabulation			
Es wird die Erteilung eines europäischen Patents und gemäß Artikel 94 die Prüfung der Anmeldung beantragt / Grant of a European patent, and examination of the application under Article 94, are hereby requested / Il est demandé la délivrance d'un brevet européen et, conformément à l'article 94, l'examen de la demande		EXAM 4	5
Zeichen des Anmelders oder Vertreters (max. 15 Positionen) / Applicant's or representative's reference (maximum 15 spaces) / Référence du demandeur ou du mandataire (max. 15 caractères ou espaces)		AREF	6
ANMELDER / APPLICANT / DEMANDEUR Name / Nom			7
Anschrift / Address / Adresse			8
APPR 01 # 12019608			
# DEST #			
Zustellanschrift / Address for correspondence / Adresse pour la correspondance			9
PADR			
Staat des Wohnsitzes oder Sitzes / State of residence or of principal place of business / Etat du domicile ou du siège			10
Staatsangehörigkeit / Nationality / Nationalité			11
Telefon / Telephone / Téléphone			12
Telex / Télex			13
Telefax / Fax / Téléfax			14
Weitere(r) Anmelder auf Zusatzblatt / Additional applicant(s) on additional sheet / Autre(s) demandeur(s) sur feuille additionnelle			15
VERTRETER / REPRESENTATIVE / MANDATAIRE: Name / Nom			
(Nur einen Vertreter angeben, der in das europäische Patentregister eingetragen und an den zugestellt wird / Name only one representative, who is to be listed in the Register of European Patents and to whom notification is to be made / N'indiquer qu'un seul mandataire, qui sera inscrit au Registre européen des brevets et auquel signification sera faite)			
FREP 01 0192054 #			
Geschäftsanschrift / Address of place of business / Adresse professionnelle			16
Telefon / Telephone / Téléphone			17
Telex / Télex			18
Telefax / Fax / Téléfax			19
Weitere(r) Vertreter auf Zusatzblatt / Additional representative(s) on additional sheet / Autre(s) mandataire(s) sur feuille additionnelle			

Prüfungsantrag in einer zugelassenen Nichtamtssprache (siehe Merkblatt II, 5): / Request for examination in an admissible non-EPO language (see Notes II, 5): / Requête en examen dans une langue non officielle autorisée (voir notice II, 5):

Verzocht wordt om onderzoek van de aanvraag als bedoeld in Art. 94

P-MAG-44/EP

FRANCOIS, Hubert

Rue du Cimetière, 148  
B-4430 ANS (Belgique)

BELGIQUE

Belge

MEYERS Ernest

MEYERS & VAN MALDEREN, Office de Brevets  
261, route d'Arlon / B.P. 111  
L-8002 STRASSEN (Luxembourg)

(+ 352) 31.37.70

// (+ 352) 31.37.73

X

P-MAG-44/EP

Raum für Zeichen des Anmelders / Space for applicant's reference / Espace réservé à la référence du demandeur